

**ИЗМЕНЕНИЕ НАСЕЛЕННОСТИ ЗЕЕМАНОВСКИХ ПОДУРОВНЕЙ  
ВОЗБУЖДЕННОГО СОСТОЯНИЯ В  $\text{Ca F}_2 - \text{Eu}^{2+}$   
ПРИ НАКАЧКЕ ПОЛЯРИЗОВАННЫМ СВЕТОМ**

*Б.П.Захарченя, А.Я.Рыскин, К.А.Степанов*

Известно, что интенсивная безфононная линия  $\lambda 4130 \text{ \AA}$ , наблюдаемая в спектре поглощения и излучения  $\text{Ca F}_2 - \text{Eu}^{2+}$ , связана с электрическим дипольным переходом  $^8S_{7/2}(f^7) \rightarrow ^4\Gamma_8(f^6d)$ . В спектре поглощения наблюдаются также сильные полосы, простирающиеся в ультрафиолетовую область от  $\lambda 4130 \text{ \AA}$  и имеющие сложную электронно-колебательную структуру. Люминесценция, так же как в рубине и многих других активированных кристаллах, возбуждается в  $\text{Ca F}_2 - \text{Eu}^{2+}$  в результате двухступенчатого процесса, складывающегося из переходов в широкие энергетические полосы и последующей безызлучательной релаксации, в результате которой населяется нижайший возбужденный уровень  $^4\Gamma_8(f^6d)$ . Затем происходит указанный выше излучательный переход с  $\tau = 7 \cdot 10^{-7}$  сек.

Эффект Зеемана на  $\lambda 4130 \text{ \AA}$  хорошо интерпретирован [1]. Благодаря этому по интенсивности отдельных зеемановских компонент можно судить об относительной населенности различных подуровней возбужденного состояния. Еще в [1] и [2] указывалось, что при охлаждении кристалла до  $1,7^\circ\text{K}$  происходит изменение населенности зеемановских подуровней несмотря на относительно короткое время жизни  $\tau$ . Характер этого изменения аномален и не соответствует больцмановской термализации. Еще бóльшие аномалии мы наблюдали, осуществляя двухступенчатую накачку  $^4\Gamma_8$  поляризованным светом. Кристалл  $\text{CaF}_2 - \text{Eu}^{2+}$  с концентрацией ионов  $\text{Eu}^{2+}$  меньшей 0,01 молярного процента помещался в магнитное поле ( $H = 28 \text{ кэ}$ ) так, что направление  $\langle 100 \rangle$  было параллельно  $H$ . Возбуждающий свет, содержащий длины волн, меньшие  $\lambda 4130 \text{ \AA}$ , падал на кристалл перпендикулярно полю и параллельно направлению  $\langle 100 \rangle$ . Электрический вектор возбуждающего света был либо перпендикулярен полю ( $\sigma$ -свет), либо параллелен ему ( $\pi$ -свет). Зеемановские компоненты  $\lambda 4130 \text{ \AA}$  наблюдались в излучении в перпендикулярном к полю направлении и фотографировались в  $\sigma$ - и  $\pi$ -поляризациях на спектрографе с большим разрешением.

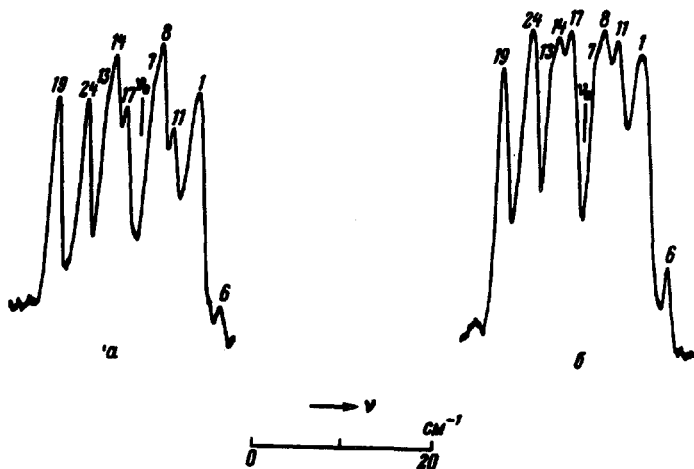


Рис. 1.  $\sigma$ -компоненты эффекта Зеемана  $\lambda 4130 \text{ \AA}$  при  $H = 28 \text{ кэ}$  и  $T = 1,7^\circ\text{K}$ :  $a$  – накачка  $\sigma$ -светом,  $b$  – накачка  $\pi$ -светом

Рис. 1 показывает значительное увеличение интенсивности компонент, идущих с зеемановских подуровней  $^1\Gamma_5^+$  и  $^1\Gamma_7^+$  (см. рис. 2) при возбуждении  $\pi$ -светом. В этом случае интенсивности зеемановских компонент  $\lambda 4130 \text{ \AA}$  выглядят так, как если бы вымораживание в воз-

бужденном состоянии было очень слабо. К такому выводу мы пришли сравнив наблюдаемые интенсивности компонент с вычисленными в приближении промежуточного поля, развитого для расчета уровней  $f d$ -конфигурации М.В.Ереминым [3]. Расчет в этом случае предсказывает,

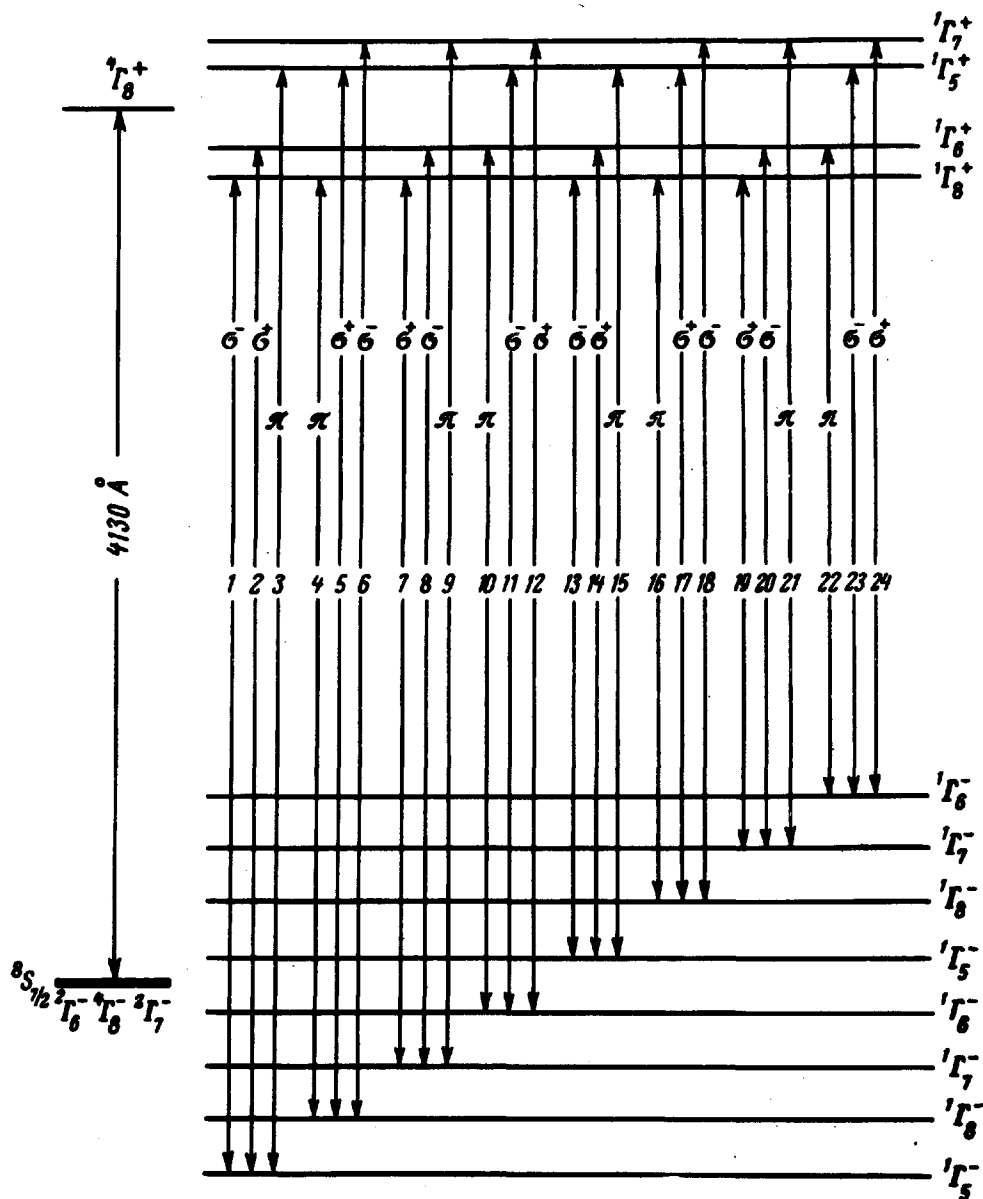


Рис. 2. Схема зеемановских переходов линии  $\lambda$  4130 Å при  $H \parallel \langle 100 \rangle$

например, что компонента  $\sigma_{17}$  должна быть интенсивнее соседней с ней  $\sigma_{14}$ , а  $\sigma_{24}$  вообще самой сильной компонентой в спектре. Именно такое соотношение интенсивностей устанавливается при накачке  $\pi$ -светом.

При накачке неполяризованным светом и  $\sigma$ -светом  $\sigma_{17}$  и  $\sigma_{24}$  — относительно слабы.

Описанный эффект заставляет думать, что поляризованный свет, возбуждающий люминесценцию через широкие полосы, включает разные каналы двухступенчатой накачки, причем в каждом из этих каналов правила отбора, ведущие к заселению зеемановских подуровней излучающего состояния через безызлучательную релаксацию — различны. При этом следует заметить, что в спектре поглощения  $\text{CaF}_2 - \text{Eu}^{2+}$  в магнитном поле и при низких температурах, когда преимущественно заселен подуровень  $^1\Gamma_5^- (f^7)$ , наблюдается сильный дихроизм [4], так что свет разной поляризации возбуждает различные полосы.

Предполагаемый механизм явления можно назвать "спиновой памятью" [5, 6], если этот термин толковать более широко, понимая под этим не просто отклик заселенности подуровней возбужденного состояния на заселенность подуровней основного состояния с той же самой симметрией.

Очевидно, что обнаруженное явление оптической накачки в возбужденном состоянии открывает путь для изучения процессов безызлучательной рекомбинации при сложном акте оптического возбуждения в кристаллах.

Физико-технический институт  
им. А.Ф.Иоффе  
Академии наук СССР

Поступила в редакцию  
22 октября 1969 г.

### Литература

- [1] Б.П.Захарченя, И.Б.Русанов, А.Я. Рыскин. Оптика и спектроскопия, 18, 999, 1965.
- [2] Б.П.Захарченя, И.Б.Русанов, А.Я.Рыскин. Сб. Спектроскопия кристаллов, М., Изд. Наука, 1966.
- [3] М.В.Еремин. Оптика и спектроскопия, 26, 578, 1969.
- [4] Б.П.Захарченя, А.Я.Рыскин. Оптика и спектроскопия, 14, 309, 1966.
- [5] G.F.Imbush, S.Geschwind. Phys. Rev. Lett., 17, 238, 1966.
- [6] С.Н.Anderson, E.S.Sabisky. Phys. Rev., 178, 547, 1969.